

Prediksi Prestasi Akademik Mahasiswa Bekerja Paruh Waktu Menggunakan Artificial Neural Network

Yuhelmi¹, Taslim², Syamsidar³, Machdalena⁴

Universitas Lancang Kuning, Jl. Yos Sudarso Km 8 Rumbai Pekanbaru, Indonesia

Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Jl. Dirgantara Arengka Pekanbaru, Indonesia

Email: yuhelmi@unilak.ac.id¹, taslim.malano@gmail.com², rajasyamsidar@unilak.ac.id³, machdalenat@gmail.com⁴

Abstrack – Students who work part-time are required to be able to divide their time effectively and efficiently between time for work and time for study. The prediction of those who study while working is expected to be one of the policy considerations for the academic side so that students who work while working can complete their study period on time. This research begins with the stage of collecting data from students who are studying while working for the next data cleaning process. The data is then divided into two groups of data, namely training data and testing data which are normalized by the min-max method. Neural network algorithms are used to predict the results of studies for those who study while working which are categorized into 3 labels. Optimization is carried out on the parameters by utilizing the optimize parameter tool. In model testing, the parameters displayed are training cycle, learning rate, momentum, accuracy and RMSE value with a range of learning rate and momentum values from 0.1 to 0.9, with a sigmoid activation function. The best value validation was obtained in the training cycle 201, learning rate 0.74, momentum 0.9 with an accuracy value of 89.62%, RMSE 0.263 with a value of k-fold = 3.

Keywords - Study, work, prediction, neural network, optimization

Intisari – Mahasiswa yang bekerja paruh waktu dituntut agar bisa membagi waktu mereka secara efektif dan efisien antara waktu untuk bekerja dan waktu untuk kuliah. Prediksi terhadap mereka yang kuliah sambil bekerja diharapkan dapat menjadi salah satu pertimbangan kebijakan bagi pihak akademik agar mahasiswa yang bekerja sambil bekerja dapat menyelesaikan masa studi mereka secara tepat waktu. Penelitian ini di mulai dengan tahapan mengumpulkan data mahasiswa yang kuliah sambil bekerja untuk selanjutnya dilakukan proses *data cleaning*. Data lalu dibagi atas dua kelompok data yaitu *data training* dan *data testing* yang dinormalisasi dengan metode min-max. Algoritma neural network digunakan untuk melakukan prediksi terhadap hasil studi bagi mereka yang kuliah sambil bekerja yang di kategorikan dalam 3 label. Optimasi dilakukan terhadap parameter dengan memanfaatkan perangkat *optimize parameter*. Pada pengujian model, parameter yang ditampilkan berupa training cycle, learning rate, momentum, akurasi dan nilai RMSE dengan rentang nilai learning rate dan momentum 0,1 sampai dengan 0,9, dengan fungsi aktivasi sigmoid. Validasi nilai terbaik didapat pada training cycle 201, learning rate 0,74, momentum 0,9 dengan nilai akurasi 89,62%, RMSE 0,263 dengan nilai k-fold=3.

Kata Kunci - kuliah, bekerja prediksi, neural network, optimasi

I. PENDAHULUAN

Prediksi kinerja akademik siswa merupakan hal yang penting di sebuah lembaga pendidikan[1][2]. Hal ini bertujuan untuk membantu siswa yang beresiko dan memastikan retensi mereka, menyediakan sumber belajar dan pengalaman yang baik, meningkatkan peringkat dan reputasi perguruan tinggi[3]. Selain mereka yang kuliah secara penuh waktu, terdapat juga mahasiswa yang kuliah sambil bekerja. Bagi mereka yang kuliah sambil bekerja

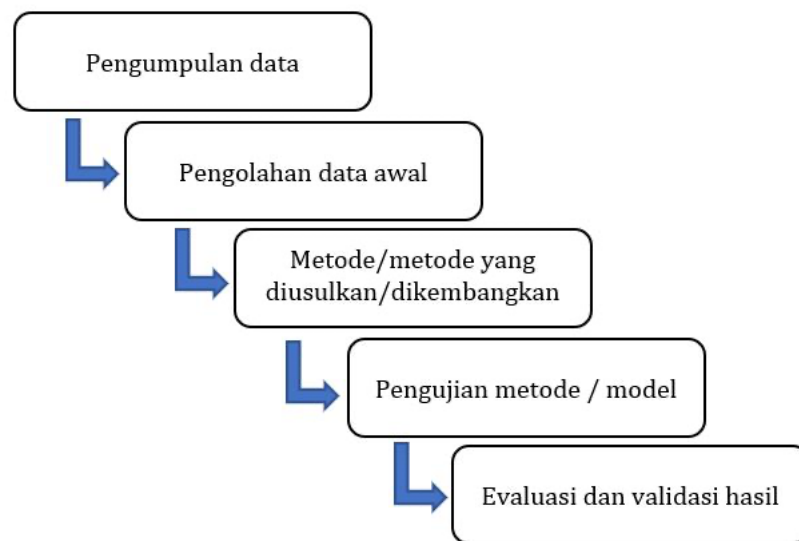
mereka dituntut untuk bisa membagi waktu mereka antara bekerja dan kuliah, oleh sebab itu dalam proses pendidikan perlu adanya kebijakan-kebijakan yang dapat mendorong seorang mahasiswa yang bekerja paruh waktu agar dapat lulus secara tepat waktu, sehingga tidak menimbulkan penumpukan mahasiswa di periode akhir perkuliahan serta tidak sinkronnya jumlah mahasiswa baru dan yang sudah menyelesaikan perkuliahan.

Artificial Neural Network (ANN) merupakan model *supervised learning* yang meniru jaringan saraf dalam bidang biologi[4][5] dan beberapa penelitian terhadap prediksi siswa dengan algoritma ANN telah dilakukan oleh para ahli. Cetinkaya melakukan prediksi kemampuan pemrograman siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ANN adalah metode pembelajaran mesin yang tepat yang dapat meramalkan keterampilan peserta, seperti berpikir analitis, pemecahan masalah, dan bakat pemrograman[6]. Penelitian ANN juga pernah dilakukan untuk mengkaji pendekatan berbasis jaringan syaraf tiruan untuk memprediksi prestasi belajar lulusan pendidikan pascasarjana calon guru Matematika Sekolah Dasar. Bahadir menggunakan ALES (*Academic Personnel and Postgraduate Education Entrance Exam*) membuat prediksi yang efektif mengenai prestasi belajar siswa pada pendidikan pascasarjana dengan *backpropagation neural network*. Hasil analisis menunjukkan bahwa model *backpropagation neural network* menawarkan prediksi yang relatif akurat untuk keberhasilan siswa dalam pendidikan pascasarjana dengan akurasi rata-rata yang tinggi. Model ANN yang pertama dengan tingkat akurasi 77,125% dan model ANN kedua dengan tingkat akurasi adalah 68,5%[7]. Aydoğdu melakukan penelitian terhadap 3518 mahasiswa yang belajar dan berpartisipasi aktif dalam *learning management system* yang dicoba untuk diprediksi menggunakan algoritma ANN. Variabel yang digunakan yaitu jenis kelamin, skor konten, waktu yang dihabiskan untuk konten, jumlah entri kekonten, skor pekerjaan rumah, jumlah kehadiran saat sesi langsung, total waktu yang dihabiskan dalam sesi langsung, jumlah kehadiran dan total waktu yang dihabiskan dalam pembelajaran. Dari hasil penelitian menghasilkan hasil prediksi dengan tingkat akurasi 80,47%[8]. Pada tahun 2017 Okubo menggunakan ANN untuk memprediksi nilai akhir siswa menggunakan data log dari sistem pembelajaran yang disebut M2B. Log pembelajaran berasal dari 108 siswa peserta matakuliah Ilmu Informasi, yang dimulai pada April 2016.. Data log mewakili kegiatan belajar siswa yang menggunakan *learning manajemen system*, sistem e-portofolio, dan sistem e-book. Akurasi dari prediksi diperoleh atas 90% menggunakan data log selama 6 minggu. Fakta ini menunjukkan bahwa NN efektif untuk prediksi awal nilai akhir[2].

Pada penelitian ini algoritma ANN digunakan untuk prediksi prestasi akademik terhadap mahasiswa yang bekerja. Dimana hal ini diharapkan nantinya dapat menjadi salah satu pertimbangan kebijakan bagi mahasiswa yang kuliah sambil bekerja dimana kebijakan tersebut diharapkan dapat menjadi pendorong mereka agar dapat menyelesaikan masa kuliahnya secara tepat waktu.

II. SIGNIFIKANSI STUDI

Data sumber diambil dari hasil survey yang dilakukan terhadap mahasiswa Fasilkom angkatan 2015 sampai dengan angkatan 2019 yang kuliah sambil bekerja. Selanjutnya data tersebut akan dikelompokkan menjadi 2 bagian yaitu data training dan data prediksi untuk selanjutnya akan diproses dengan algoritma *artificial network*. Adapun tahapan yang akan dilakukan digambarkan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Metode Penelitian

A. Pengumpulan data

Dalam penerapan ANN untuk prediksi kinerja akademik, prediksi kinerja umumnya didasarkan pada nilai siswa[1]. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan survey kepada mahasiswa yang kuliah sambil bekerja. Variabel yang digunakan adalah NIM, nama mahasiswa, Indeks Prestasi semester 1 sampai semester 5, jam kerja selama 1 minggu dan jumlah pendapatan setiap bulan. Data mahasiswa Angkatan 2015 sampai dengan 2018 digunakan untuk data training, dan data mahasiswa Angkatan 2019 sebanyak 29 data sebagai data yang akan diprediksi.

B. Pengolahan Data Awal

Pengolahan data awal atau *preprocessing data* merupakan langkah penting untuk mencapai kinerja klasifikasi yang baik sebelum dilakukan evaluasi data pada algoritma *machine learning*, tahapan ini termasuk diskritisasi data, menghapus *outlier* dan *noise* dari data, integrasi data dari berbagai sumber, menangani data yang tidak lengkap dan transformasi data ke rentang dinamis yang sebanding[9][10]. Beberapa tahapan yang dilakukan pada pengolahan data awal yaitu, data validation, data transformation dan normalisasi data yang bertujuan untuk membuat nilai data dari sampel yang diukur dapat dibandingkan satu sama lain untuk analisis statistik berikutnya[11]. Dalam penelitian ini digunakan normalisasi min-max yang bertujuan untuk melakukan transformasi linier ke data asli[12].

C. Metode yang diusulkan

Pada penelitian ini digunakan metode ANN untuk melakukan klasifikasi data mahasiswa yang bekerja paruh waktu dan dilanjutkan dengan tahap prediksi terhadap data mahasiswa Fasilkom Universitas Lancang Kuning yang bekerja paruh waktu. ANN merupakan polimorfik dalam formasi struktural dan paralel dalam perhitungan algoritma, dan dapat digambarkan sebagai sistem elemen pemrosesan yang saling berhubungan erat yang bisa bekerja secara paralel komputasi. Sebuah ANN terdiri dari lapisan input yang bersifat sebagai variabel independen, satu atau lebih lapisan tersembunyi, dan variabel lapisan keluaran [13]

D. Pengujian Model.

Dalam pengujian model, topologi ANN diuji dengan algoritma *K-fold cross validation*. Algoritma ini sering digunakan Untuk memperkirakan kemampuan generalisasi dari sebuah model pembelajaran[14], pada penelitian ini digunakan untuk mendapatkan nilai yang optimal terhadap *Training cycle, learning rate* dan *momentum*, dilanjutkan dengan proses uji kinerja untuk melihat sejauh mana tingkat akurasi dari klasifikasi.

E. Evaluasi dan Validasi

Tahapan validasi merupakan tahap yang penting dalam sebuah pemodelan yang bertujuan untuk melihat tingkat reliabilitas model yang digunakan dalam hal pengambilan keputusan[15]. Untuk mengevaluasi akurasi prediksi dan mengekspresikan kesalahan prediksi rata-rata dari model yang dibangun digunakan. Root mean square error (RMSE) yang merupakan algoritma yang populer[16] yang digunakan untuk mengevaluasi akurasi prediksi dan mengekspresikan kesalahan prediksi rata-rata dari model

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_1 - P_1)^2} \quad (1)$$

Untuk evaluasi dan validasi klasifikasi dilihat dari hasil *confusion matrix* yang merupakan salah satu metode pengukuran keputusan paling klasik pada *supervised learning*[17]. Matrik ini menyajikan informasi tentang seberapa sering suatu perilaku tertentu dideteksi dengan benar dan seberapa sering diklasifikasikan sebagai perilaku lain. Keakuratan klasifikasi biasanya diringkas oleh indikator kinerja seperti presisi, sensitivitas dan spesifisitas[18].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Training

Data yang akan digunakan untuk data training berasal data mahasiswa angkatan 2015 sampai 2018. Dimana data yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

TABEL I
DATA TRAINING

No	NIM	IPS 1	IPS 2	IPS 3	IPS 4	IPS 5	Jam Kerja	Pen dapatan	IPK	prestasi akademik
1	1557201049	2,85	2,87	2,92	2,68	2,44	2	1	2,75	memuaskan
2	1655201005	3,60	3,86	3,75	3,63	3,50	5	4	3,67	dengan pujian
3	1655201101	2,40	2,40	1,50	2,27	2,07	5	2	2,13	memuaskan
4	1755201067	3,05	3,04	3	2,50	3,60	5	4	3,04	sangat memuaskan
5	1755201068	3,55	2,88	3,14	2,86	3,15	5	3	3,12	sangat memuaskan
.....
34	1857201069	3	3,39	3,65	3,61	3,63	5	3	3,46	sangat memuaskan
35	1857201080	3,0	2,98	3,18	3,34	3,43	1	1	3,19	sangat memuaskan

Transformasi nilai untuk attribut jumlah jam kerja 1 minggu serta jumlah pendapatan selama 1 bulan dapat dilihat pada tabel II dan tabel III berikut :

TABEL II
TRANFORMASI DATA JAM KERJA PERMINGGU

Jumlah jam kerja	Transformasi
1 s/d 10 jam	1
11 s/d 20 jam	2
21 s/d 30 jam	3
31 s/d 40 jam	4
Lebih 40 jam	5

TABEL III
TRANFORMASI DATA PENDAPATAN

Jumlah jam kerja	Transformasi
1.000.000 s/d 1.500.000	1
1.500.000 s/d 2.500.000	2
2.500.000 s/d 3.500.000	3
Lebih dari 3.500.000	4

B. Data prediksi

Terdapat 30 data yang akan digunakan untuk prediksi kinerja akademik mahasiswa yang berasal dari data mahasiswa angkatan 2019, adapun data prediksi dapat dilihat pada tabel IV berikut :

TABEL IV
DATA TESTING

No	NIM	IPS 1	IPS 2	IPS 3	Jumlah Jam Kerja Perminggu	Pendapatan
1	1955201002	3,5	3,65	3,88	1	1
2	1955201003	3,37	3,26	3,63	2	1
3	1955201008	2,74	3,6	3,5	5	1
4	1955201009	3,58	3,26	3,38	1	1
5	1955201010	3,84	3,75	3,88	3	1
...
28	1957201061	4	3,61	3,63	3	1
29	1957201069	3,58	3,26	3,38	1	1

C. Normalisasi Data

Normalisasi merupakan salah satu teknik preprocessing yang digunakan untuk mengolah sekumpulan nilai atribut sehingga data terdistribusi pada skala yang sama[6]. Pada penelitian ini dilakukan proses normalisasi dengan menggunakan metode min-max pada rentang nilai antara 0 dan 1. Hasil normalisasi data latih dan uji ditunjukkan pada tabel V dan tabel VI di bawah ini.

TABEL V
NORMALISASI DATA TRAINING

no	NIM	IPS 1	IPS 2	IPS 3	IPS 4	IPS 5	Jam Kerja Perminggu	Pendapatan	IPK	prestasi akademik
1	1557201049	-1.442	-1.063	-0.955	-2.043	-1.265	-0.768	-0.804	-1.718	memuaskan
2	1655201005	0.604	1.674	0.9	0.526	0.211	1.024	2.213	0.901	dengan pujian
3	1655201101	-2.669	-2.362	-4.131	-3.152	-1.780	1.024	0.201	-3.504	memuaskan
4	1755201067	-0.896	-0.593	-0.776	-2.530	0.35	1.024	2.213	-0.9	sangat memuaskan
5	1755201068	0.467	-1.035	-0.463	-1.556	-0.276	1.024	1.207	-0.677	sangat memuaskan
...									
34	1857201069	-1.442	-1.063	-0.955	-2.043	-1.265	-0.768	-0.804	-1.718	memuaskan
35	1857201080	0.604	1.674	0.9	0.526	0.211	1.024	2.213	0.901	dengan pujian

TABEL VI
NORMALISASI DATA PREDIKSI

No	NIM	IPS 1	IPS 2	IPS 3	Jumlah Jam Kerja Perminggu	Pendapatan
1	1955201002	0.086	-1.176	0.332	-0.593	-0.36
2	1955201003	0.086	-1.176	0.332	-0.593	-0.36
3	1955201008	-1.882	0.689	-0.21	1.248	-0.36
4	1955201009	0.742	-1.176	-0.71	-1.207	-0.3605
5	1955201010	1.555	1.513	1.375	0.02	-0.3605
....
28	1957201061	2.055	0.744	0.332	0.02	-0.36
29	1957201069	0.742	-1.176	-0.71	-1.207	-0.36

D. Pengolahan Data dengan Neural Network

Percobaan algoritma NN dilakukan dengan menggunakan tools Rapidminer dengan memanfaatkan perangkat *optimize parameter*. Parameter yang ditampilkan *berupa training cycle, learning rate, momentum*, akurasi dan nilai RMSE. dengan rentang nilai *learning rate* dan *momentum* 0,1 sampai dengan 0,9, dengan fungsi aktivasi sigmoid. Untuk mengevaluasi kinerja dari model atau algoritma digunakan *k fold-cross validation*. Percobaan dilakukan dengan melakukan beberapa kombinasi dari data training dan data testing yaitu 80% - 20%, 70% - 30% dan 60% - 40%, sedangkan untuk nilai training cycle yaitu 1.0 sampai dengan 200, 1.0 sampai dengan 400, dan 1.0 sampai dengan 600, hasil percobaan dapat dilihat pada tabel VII, VIII dan IX dibawah ini.

TABEL VII
 PERCOBAAN NILAI TRAINING CYCLE DENGAN KOMBINASI
 80% DATA TRAINING DAN 20% DATA TESTING

Training cycle Range	Neural net Training cycle	Neural net Learning rate	Neural net momentum	Number Of fold	akurasi	RMSE
1.0 - 200	140	0.74	0,1	5	90,00%	0,29
1.0 - 400	201	0,9	0,4	3	89,63%	0,26
1.0 - 600	420	0,42	0,7	4	89,29%	false

TABEL VIII
 PERCOBAAN NILAI TRAINING CYCLE DENGAN KOMBINASI
 70% DATA TRAINING DAN 30% DATA TESTING

Training cycle Range	Neural net Training cycle	Neural net Learning rate	Neural net momentum	Number Of fold	akurasi	RMSE
1.0 - 200	120	0.26	0,9	3	88.43%	0,322
1.0 - 400	320	0,42	0,58	6	88,33%	0,307
1.0 - 600	360	0,1	0,58	2	88,46%	0372

TABEL IX
 PERCOBAAN NILAI TRAINING CYCLE DENGAN KOMBINASI
 60% DATA TRAINING DAN 40% DATA TESTING

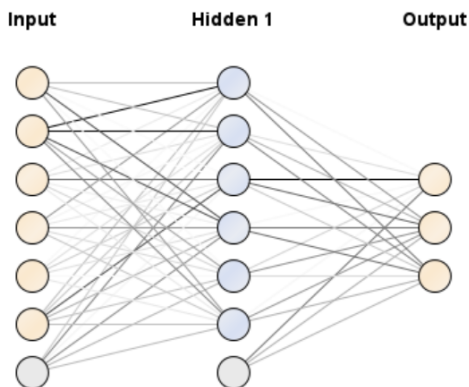
Training cycle Range	Neural net Training cycle	Neural net Learning rate	Neural net momentum	Number Of fold	akurasi	RMSE
1.0 - 200	101	0.26	0,9	2	85.91%	0,356
1.0 - 400	201	0,26	0,9	2	85,91%	0,360
1.0 - 600	241	0,26	0,26	2	85,91%	0.372

Dari tabel percobaan diatas didapat nilai RMSE terkecil ditemukan pada kombinasi data training dan data testing 80% - 20% yaitu sebesar 0,26 dengan tingkat akurasi 89,63%, learning rate 0,9 jumlah *training cycle* 201, momentum dengan nilai 0,4 dan dengan nilai k-fold=3. Hasil confusion matrix dapat dilihat pada tabel X berikut.

TABEL X
 CONFUSION MATRIX

	True. memuaskan	True. dengan pujian	True. sangat memuaskan	Class precision
Pred.memuaskan	2	0	0	100%
Pred.dengan pujian	0	8	1	88,89%
Pred.sangat memuaskan	1	1	15	88,24%
Class recall	66,67%	88,89%	93,75%	

Untuk layer yang dihasilkan adalah layer dengan satu hidden layer dengan tiga output (gambar 3).



Gambar 3. Jaringan Neural Network

E. Prediksi

Dari hasil percobaan diatas selanjutnya akan dilakukan prediksi terhadap data prediksi. Dimana nilai yang digunakan yaitu hasil ANN yang paling optimal, dengan nilai *training cycle* 201, *learning rate* 0,9 dan *momentum* 0,4. Hasil prediksi terhadap data prediksi dapat dilihat pada tabel IX berikut.

TABEL XI
HASIL PREDIKSI

No	NIM	Confidance (memuaskan)	Confidance (dengan Pujian)	confidance (sangat memuaskan)	Prediction (prestasi akademik)
1	1955201002	0.00	0.95	0.048	dengan pujian
2	1955201003	0.01	0.00	0.993	sangat memuaskan
3	1955201008	0.01	0.00	0.993	sangat memuaskan
4	1955201009	0.53	0.10	0.47	memuaskan
5	1955201010	0.01	0.00	0.988	Sangat memuaskan
6	1955201012	0.00	0.96	0.032	dengan pujian
7	1955201022	0.00	0.62	0.374	Dengan pujian
8	1955201023	0.49	0.00	0.507	Sangat memuaskan
9	1955201040	0.01	0.93	0.063	Dengan pujian
10	1955201042	0.00	0.00	0.955	sangat memuaskan
...
28	1957201061	0.007	0.952	0.041	dengan pujian
29	1957201069	0.012	0.000	0.988	sangat memuaskan

IV. KESIMPULAN

Penerapan ANN pada penelitian ini menggunakan satu *hidden layer* dan melakukan optimasi pada parameter. Parameter yang ditampilkan berupa training cycle, learning rate, momentum, akurasi dan nilai RMSE. dengan rentang nilai learning rate dan momentum 0,1 sampai dengan 0,9, dengan fungsi aktivasi sigmoid. Nilai terbaik didapat pada training cycle 201, learning rate 0,74, momentum 0,4 dengan nilai akurasi 89,63%, RMSE 0,263 dan nilai k-fold=3.

REFERENSI

- [1] S. Saud, B. Jamil, Y. Upadhyay, and K. Irshad, "Performance improvement of empirical models for estimation of global solar radiation in India: A k-fold cross-validation approach," *Sustain. Energy Technol. Assessments*, vol. 40, no. April, p. 100768, 2020, doi: 10.1016/j.seta.2020.100768.
- [2] F. Okubo, "A Neural Network Approach for Students ' Performance Prediction," no. March, pp. 5–7, 2017, doi: 10.1145/3027385.3029479.
- [3] L. Mahmoud and A. Zohair, "Prediction of Student ' s performance by modelling small dataset size," 2019.
- [4] A. Olawoyin, Y. Chen, A. Olawoyin, and Y. Chen, "ScienceDirect ScienceDirect Predicting the Future with Artificial Neural Network Predicting the Future with Artificial Neural Network," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 140, pp. 383–392, 2018, doi: 10.1016/j.procs.2018.10.300.
- [5] A. A. Aryaguna and D. O. Anggriawan, "Identifikasi Jenis Gangguan Pada Jaringan Distribusi Menggunakan Metode Artificial Neural Network," no. April, pp. 27–35, 2021.
- [6] A. Çetinkaya and Ö. K. Baykan, "Prediction of middle school students' programming talent using artificial neural networks," *Eng. Sci. Technol. an Int. J.*, no. xxxx, 2020, doi: 10.1016/j.jestch.2020.07.005.
- [7] E. Bahadır, "Prediction of Prospective Mathematics Teachers' Academic Success in Entering Graduate Education by Using Back-propagation Neural Network," *J. Educ. Train. Stud.*, vol. 4, no. 5, pp. 113–122, 2016, doi: 10.11114/jets.v4i5.1321.
- [8] Ş. Aydoğdu, "Predicting student final performance using artificial neural networks in online learning environments," 2019, doi: doi.org/10.1007/s10639-019-10053.
- [9] D. Singh and B. Singh, "Investigating the impact of data normalization on classification performance," *Appl. Soft Comput. J.*, p. 105524, 2019, doi: 10.1016/j.asoc.2019.105524.
- [10] S. Jain, S. Shukla, and R. Wadhvani, "Dynamic selection of normalization techniques using data complexity measures," *Expert Syst. Appl.*, vol. 106, pp. 252–262, 2018, doi: 10.1016/j.eswa.2018.04.008.
- [11] J. Walach, P. Filzmoser, and K. Hron, *Data Normalization and Scaling : Consequences for the Analysis in Omics Sciences*, 1st ed. Elsevier B.V., 2018.
- [12] A. Ali and N. Senan, "The Effect of Normalization in Violence Video Classification Performance," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 226, no. 1, 2017, doi: 10.1088/1757-899X/226/1/012082.
- [13] Y. Baashar *et al.*, "applied sciences Toward Predicting Student ' s Academic Performance Using Artificial Neural Networks (ANNs)," 2022.
- [14] G. Jiang and W. Wang, "Error estimation based on variance analysis of k-fold cross-validation," *Pattern Recognit.*, vol. 69, pp. 94–106, 2017, doi: 10.1016/j.patcog.2017.03.025.
- [15] S. Eker, E. Rovenskaya, S. Langan, and M. Obersteiner, "Model validation: A bibliometric analysis of the literature," *Environ. Model. Softw.*, vol. 117, no. December 2018, pp. 43–54, 2019, doi: 10.1016/j.envsoft.2019.03.009.
- [16] M. W. Liemohn, A. D. Shane, A. R. Azari, A. K. Petersen, B. M. Swiger, and A. Mukhopadhyay, "Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics RMSE is not enough : Guidelines to robust data-model comparisons for magnetospheric physics," *J. Atmos. Solar-Terrestrial Phys.*, vol. 218, no. March, p. 105624, 2021, doi: 10.1016/j.jastp.2021.105624.
- [17] J. Xu, Y. Zhang, and D. Miao, "Three-way confusion matrix for classification : A measure driven view," *Inf. Sci. (Ny).*, no. xxxx, 2019, doi: 10.1016/j.ins.2019.06.064.
- [18] M. Mikaela, M. Pekka, and M. Jaakko, "PT SC," *Behav. Processes*, 2018, doi: 10.1016/j.beproc.2018.01.004.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak pihak yang telah mendukung penelitian ini, terima kasih kepada semua civitas akademik Universitas Lancang Kuning, terutama sekali kepada mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning yang telah ikut berkontribusi dalam penelitian ini. Terima kasih juga kepada pengelola jurnal INOVTEK Polbeng yang sudah memfasilitasi *paper* ini.